

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 10 月 28 日  
Application Date

申請案號：091132001  
Application No.

申請人：炬鑫科技股份有限公司  
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 1 月 6 日  
Issue Date

發文字號：09220012830  
Serial No.

申請日期	91.10.28
案 號	091132001
類 別	

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

SN-2002-P04-tw 1/28

# 發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	白光發光二極體之製造方法及其發光裝置
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	洪 詳 竣
	國 籍	中 華 民 國
	住、居所	桃園縣八德市竹興街二十九巷八號二樓
三、申請人	姓 名 (名稱)	炬鑫科技股份有限公司
	國 籍	中 華 民 國
	住、居所 (事務所)	台北市復興南路一段一三七號十四樓之一
	代 表 人 姓 名	沈 明 福

裝  
訂  
線

四、中文發明摘要（發明之名稱：白光發光二極體之製造方法及其發光裝置）

一種「白光發光二極體之製造方法及其發光裝置」，係利用一共振腔結構，來控制白光LED之色度，使得色度之控制較為容易及準確，而能有效降低不良率及產生自然白光，並有助於發光效率之提昇；該裝置，可  
5 包括一共振腔結構、一接觸層、一n型金屬電極、及一p型金屬電極等構成。

英文發明摘要（發明之名稱：）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6  
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( / )

本發明為一種「白光發光二極體之製造方法及其發光裝置」，尤指一種適用於白光LED (light-emitting diode)，且以氮化鎵基 (GaN-based) III-V 族為材料之發光裝置者；主要係利用一共振腔 (Resonant Cavity) 結構，來控制白光LED之色度，使得色度之控制較為容易及準確，而能有效降低不良率及產生自然白光，並有助於發光效率 (Luminous Efficiency) 之提昇。

本發明方法，係在一基板上 (substrate) 成長二層多量子井 (Multi-Quantum Well，簡稱MQW) 之活性層 (Active layer)，且兩活性層之間具有n-GaN系磊晶沉積層，最上層之MQW活性層上成長有p-型布拉格反射鏡 (Distributed Bragg Reflector，簡稱DBR)，p-型DBR上成長有p-GaN系磊晶沉積層，n型金屬電極 (n-type metal contact) 可設置在n-GaN層之露出面上，p型金屬電極 (p-type metal contact) 可設置在p-GaN層上，基板底部並設有一金屬反射層 (metal Reflector)，而構成一發光裝置。

根據本發明方法，本發明裝置之共振腔結構，係可由基板、緩衝層 (buffer layer)、第二MQW活性層、n-GaN系磊晶沉積層、第一MQW活性層、p-型DBR等依序磊晶成長而成，且基板底部鍍有金屬反射層。

有關習有「白光LED」之技術手段、構成、功

## 五、發明說明( 2 )

效、及特性，臚列於后，謹請參考：

首先，如我國公告第383508號之「發光裝置及顯示裝置」發明專利，係利用一可發藍光之發光元件，配合一可發黃光之光致發光螢光體所構成；其中，該發光元件可為氮化銦鎵(InGaN)，而該發光螢光體可為鉍鋁石榴石螢光粉(yttrium aluminum garnet，即YAG)，且經由發光元件發出波長( $\lambda$ )約為470nm之藍光，再激發YAG螢光粉發出波長( $\lambda$ )約為550nm之黃光，並透過封裝體之光色混合作用而產生白光，在第16圖所示之色品圖(Chromaticity diagram)中，混合後顏色之座標係位於點a(470nm)與點a'(550nm)所連成之線段L1上，且依循「光色混合之槓桿定律」而定；惟，此一習式者在實用上，仍有以下未盡理想之處：

(1)、色度(Chromaticity)控制不易：前述之習式者係以YAG螢光粉之添加量來控制色度(Chromaticity)，屬於LED封裝時之「後製程控制」，實際之實施上，YAG螢光粉之添加量並不好控制；因此，色度不易準確，恐有增加不良率之虞。

(2)、產生非自然白光：如第16圖之線段L1所示，前述之習式者混合後所產生白光，並不如真實之太陽光(非自然白光)，色彩飽和度較低；因此，在光學偵檢器、攝影機、相機、掃描器等儀器之感測下，所得之物體色彩會產生誤差(偏藍色或偏綠

## 五、發明說明(3)

色)。

(3)、發光效率較低：由於YAG螢光粉會有吸光現象，因此，前述之習式者在發光效率上仍有待精進。

再者，如我國公告第406442號之「白色LED及中間色LED」發明專利，係於ZnSe單晶基板上形成CdZnSe薄膜，通電後使該薄膜發出藍光，同時部份藍光將照射於該基板上而發出黃光，藍光與黃光混合後即產生白光；惟，此另一習式者，其發光效率（約8  
lm/W）及壽命（約8000 hr）亦未盡理想，因此，在實用上仍需再予突破。

基於上述緣由，本發明者認為：若能以具有「共振腔」之磊晶結構來控制白光LED之色度，實務上應較為容易及準確，藉此，不僅能有效降低不良率及產生自然白光，且可獲致較高之發光效率，而製成優異之白光LED，以符合時代所需。

所以本發明之主要目的，即為提供一種「白光發光二極體之製造方法及其發光裝置」，且該方法及裝置明顯具備下列優點、特徵及目的：

01、本發明係以磊晶結構來控制發光之色度，相較於習式添加YAG螢光粉之「後製程控制」者，其色度控制較為容易及準確；

02、本發明因色度控制較為準確，故可有效降低不良率；

## 五、發明說明(4)

03、本發明因產品良率之提升，故成本較低；

04、本發明可產生自然白光；

05、本發明因具有共振腔，故可增益發光效率。

為能進一步瞭解本發明之特徵、技術手段以及所  
5 達成之具體功能、目的，茲列舉本發明之較具體實施  
例，繼以圖式、圖號詳細說明如后：

圖式說明如下：

第 1 圖係為本發明方法較佳實施例之步驟示意圖；

第 2 圖係為本發明裝置較佳實施例之結構示意圖；

10 第 3 及 3 A 圖係為第 2 圖磊晶結構之一特例；

第 4 圖係為本發明所對應之色品圖實例；

第 5 圖係為本發明方法第二實施例之步驟示意圖；

第 6 圖係為本發明裝置第二實施例之結構示意圖；

第 7 圖係為第 5 圖磊晶結構之一特例；

15 第 8 圖係為本發明方法第三實施例之步驟示意圖；

第 9 圖係為本發明方法第四實施例之步驟示意圖；

第 10 圖係為本發明裝置第四實施例之結構示意圖；

第 11 及 11 A 圖係為第 10 圖磊晶結構之一特例；

第 12 圖係為本發明方法第五實施例之步驟示意圖；

20 第 13 圖係為本發明裝置第五實施例之結構示意圖；

第 14 圖係為第 13 圖磊晶結構之一特例；

第 15 圖係為本發明方法第六實施例之步驟示意圖；

第 16 圖係為習式者所對應之色品圖實例。

圖號說明如下：

25 基板 10

上表面 10a



## 五、發明說明(5)

	基板 101		上表面 30a
	緩衝層 11		緩衝層 31
	GaN 緩衝層 111	25	GaN 緩衝層 311
	第二活性層 12		n-型 DBR 32
5	InGaN / GaN 層 121		n-AlGaIn / GaN 層 321
	n-GaN 層 13		第二活性層 33
	露出面 13a		InGaIn / GaN 層 331
	n-GaN 層 131	30	n-GaN 層 34
	第一活性層 14		露出面 34a
10	InGaIn / GaN 層 141		n-GaN 層 341
	p-型 DBR 15		第一活性層 35
	AlGaIn / GaN 層 151		InGaIn / GaN 層 351
	p-GaN 層 16	35	p-型 DBR 36
	p+- GaN 層 161		p-AlGaIn / GaN 層 361
15	n 型金屬電極 17		p-GaN 層 37
	p 型金屬電極 18		p+- GaN 層 371
	金屬反射層 19		n 型金屬電極 38
	金屬反射層 191	40	p 型金屬電極 39
	金屬氧化層 20		金屬氧化層 40
20	ZnO 層 201		ZnO 層 401
	粗糙表面 21		粗糙表面 41
	基板 30		

請參閱第 1 至 3 圖所示，在較佳實施例中，本發明方

45 法係可包含以下之步驟：

## 五、發明說明(6)

步驟1，係為「在基板上成長第二MQW活性層」之步驟，即在基板10之上表面10a形成一緩衝層11後，再成長第二MQW活性層12，且第二MQW活性層12產生光之波長( $\lambda$ )可在550nm至650nm之間，基板10可為藍寶石(sapphire)、或碳化矽(SiC)、或氮化鎵(GaN)等材質；

步驟2，係為「在第一活性層上成長n-GaN系磊晶沉積層」之步驟，接續步驟1，在第二MQW活性層12上形成一層n-GaN系磊晶沉積層13；

10 步驟3，係為「在n-GaN層上成長第一MQW活性層」之步驟，接續步驟2，在n-GaN系磊晶沉積層13上形成一第一MQW活性層14，且第一MQW活性層14產生光之波長( $\lambda$ )可在450nm至510nm之間；

15 步驟4，係為「在第一活性層上成長p-型DBR」之步驟，接續步驟3，在第一MQW活性層14上形成一p-型布拉格反射鏡(DBR)15；

步驟5，係為「在p-型DBR上成長p-GaN系磊晶沉積層」之步驟，接續步驟4，在p-型布拉格反射鏡(DBR)15上形成一層p-GaN系(p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN)之磊晶沉積層16，且以蝕刻法(Etching)將部份n-GaN層13表面、部份第一活性層14、部份p-型布拉格反射鏡15、及部份p-GaN層16移除，使n-GaN層13具有一露出面13a，且可在露出面13a上設置一n型金屬電極17，並在p-GaN層16上設置一p型金屬電極18；

## 五、發明說明(7)

步驟6，係為「在基板底部鍍上金屬反射層」之步驟，接續步驟5，在基板10之底部以電鍍或濺鍍(sputtering)之方式設有一金屬反射層19；

藉此，以構成一白光LED之發光裝置，且具有一共振腔結構，可用來控制發光之色度及增益發光效率，並具有降低不良率及產生自然白光等特性，故遠較習式者更為優異。

如第2圖所示，在較佳實施例中，本發明裝置包括一共振腔結構、一接觸層、一n型金屬電極17、及一p型金屬電極18等構成；其中：

該共振腔結構，係由基板10、緩衝層11、第二MQW活性層12、n-GaN系磊晶沉積層13、第一MQW活性層14、p-型布拉格反射鏡(DBR)15等依序磊晶成長而成，基板10可為藍寶石(sapphire)、或碳化矽(SiC)、或氮化鎵(GaN)等材質且底部鍍有金屬反射層19，p-型布拉格反射鏡(DBR)15之反射率(Reflective Index)可在50%至80%之間，而金屬反射層19之反射率可在90%以上；

該接觸層，係為p-GaN系(p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN)之磊晶沉積層16，且成長在p-型布拉格反射鏡(DBR)15上；

該n型金屬電極17，係設置在n-GaN層13之露出面13a上；

該p型金屬電極18，係設置在p-GaN層16上；

且通電後，第一MQW活性層14為由「電產生光」之

## 五、發明說明( 8 )

第一光產生層 (light generating layer)，波長 ( $\lambda$ ) 可在 450nm 至 510nm 之間，而第二 MQW 活性層 12 為「由光產生光」之第二光產生層，波長 ( $\lambda$ ) 可在 550nm 至 650nm 之間；

5 藉此，以構成一具有共振腔之 LED 發光裝置，且混光過程係由共振腔所完成。

如第 3 及 3 A 圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

10 第一層 111，可為 LT-GaN / HT-GaN 之緩衝層，LT-GaN 係為先成長在基板 101 上之低溫緩衝層，厚度可在 30 至 500Å，HT-GaN 係為成長在 LT-GaN 上之高溫緩衝層，厚度可在 0.5 至 6  $\mu\text{m}$ ；

第二層 121，可為 InGaN / GaN 之 2nd-MQW；

15 第三層 131，可為 n - GaN 之半導體層，厚度可在 2 至 6  $\mu\text{m}$ ；

第四層 141，可為 InGaN / GaN 之 1st -MQW；

第五層 151，可為 p - AlGaIn / GaN 之 DBR；

第六層 161，可為 p<sup>+</sup>- GaN-based 之半導體層，厚度可在 0.2 至 0.5  $\mu\text{m}$ ；

20 且磊晶結構係成長在基板 101 上，該基板 101，可為藍寶石 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或氮化鎵 (GaN) 之基板，製造上，一般基板 101 係先以 300 至 500  $\mu\text{m}$  之厚度進行磊晶，俟磊晶完成後，再由基板 101 之底部研磨成 50 至 300  $\mu\text{m}$  之厚度，並於底部以電鍍或濺鍍之方式鍍上金屬

## 五、發明說明( 9 )

反射層191；該金屬反射層191，可為Ag/Al材質（即先鍍上銀，再於鍍上鋁，使銀不致外露），或為Ag材質，或任何金屬材質，厚度可在50Å至10 $\mu$ m。

此間擬提出說明者，乃在於：前述之發光裝置，經由晶粒加工後可設置在腳架（圖未出示）上，且接線後可由樹脂灌膜封裝，而製成一完整之LED，由於此為習用技術，容不再贅述。

請參閱第4圖所示，在本發明之共振腔中，若第一MQW活性層14所產生光之波長（ $\lambda$ ）約為480nm，而第二MQW活性層12所產生光之波長（ $\lambda$ ）約為580nm，則在如圖所示之色品圖中，連接座標點b（480nm）與點b'（580nm），即可連成一通過白光區W之線段L2；因此，由p-型DBR15所逸出之光可為自然白光，且共振腔將有助於發光效率之提昇。

請參閱第5至7圖所示，在第二實施例中，本發明方法係可包含以下之步驟：

步驟1至步驟5，係與較佳實施例者相同；

步驟6'，係為「在p-GaN層上磊晶沉積金屬氧化層（metal oxide layer）」之步驟，接續步驟5，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層16上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層20，而作為窗口層；

步驟7，係為「在基板底部鍍上金屬反射層」之步驟，接續步驟6'，在基板10之底部鍍上一金屬反射層19。

如第6圖所示，在第二實施例中，本發明裝置可在較

## 五、發明說明 (10)

佳實施例之結構上，進一步包括一金屬氧化層20；其中，該金屬氧化層20，可為具有較佳之可見光透光性範圍（transparency in visible range）之金屬氧化層者，例如：範圍約在400至700nm者。

5 如第7圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一層111、第二層121、第三層131、第四層141、第五層151、第六層161、基板101、及金屬反射層191等，與較佳實施例相同；

10 第七層201，係可為ZnO材質之金屬氧化層，或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50 μm。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬氧化層20，進一步可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq$   
15  $X + Y \leq 1$ ；或可為折射率（refractive index）至少在1.5之金屬氧化層者；或可為n型傳導（n-type conduction）或p型傳導（p-type conduction）之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者；以上皆可視為依本發明之較佳實施範例所推廣，並循依本發明  
20 之精神所延伸之適用者，故仍應包括在本案之專利範圍內。

請參閱第8圖所示，在第三實施例中，本發明方法係可在第二實施例之步驟中，進一步包含步驟8，且該步驟8，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，接續

## 五、發明說明(//)

步驟7，可在金屬氧化層20之裸露表面（即金屬氧化層20表面不含與p型金屬電極18接觸之部份），進一步施予表面處理，而具有粗糙表面（Rough Surface）21或壓花紋路，以增益光之逃脫放出。

- 5 此間擬提出說明者，乃在於：在第二實施例中，本發明方法之步驟6'及步驟7，進一步係可對調順序；而在第三實施例中，本發明方法之步驟7，進一步亦可與步驟6'對調順序；且皆為本發明方法可行之方式。

10 本發明之共振腔結構另有一作法，茲以實例配合圖式說明如下：

請參閱第9至11圖所示，在第四實施例中，本發明方法係可包含以下之步驟：

15 步驟1a，係為「在基板上成長一n-型DBR」之步驟，即在基板30之上表面30a形成一緩衝層31後，再成長一n-型布拉格反射鏡（DBR）32，基板10可為藍寶石、或碳化矽（SiC）、或矽（Si）、或氮化鎵（GaN）等材質；

20 步驟2a，係為「在n-型DBR上成長第二MQW活性層」之步驟，接續步驟1a，在n-型布拉格反射鏡（DBR）32上形成一層第二MQW活性層33，且第二MQW活性層33產生光之波長（ $\lambda$ ）可在550nm至650nm之間；

步驟3a，係為「在第二活性層上成長n-GaN系之磊晶沉積層」之步驟，接續步驟2a，在第二MQW活性層33上形成一n-GaN系磊晶沉積層34；

步驟4a，係為「在n-GaN層上成長第一MQW活性層」

## 五、發明說明 (12)

之步驟，接續步驟3a，在n-GaN系磊晶沉積層34上形成一第一MQW活性層35，且第一MQW活性層35產生光之波長( $\lambda$ )可在450nm至510nm之間；

步驟5a，係為「在第一MQW活性層上成長p-型DBR」

5 之步驟，接續步驟4a，在第一MQW活性層35上形成一p-型布拉格反射鏡(DBR)36；

步驟6a，係為「在p-型DBR上成長p-GaN系磊晶沉積層」之步驟，接續步驟5a，在p-型布拉格反射鏡(DBR)36上形成一層p-GaN系(p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN)之磊晶沉積層37，且以蝕刻法將部份n-GaN層34表面、部份第一活性層35、部份p-型布拉格反射鏡36、及部份p-GaN層37移除，使n-GaN層34具有一露出面34a，且可在露出面34a上設置一n型金屬電極38，並在p-GaN層37上設置一p型金屬電極39；

15 藉此，以構成一白光LED之發光裝置，且具有一共振腔結構，可用來控制發光之色度及增益發光效率，並具有降低不良率及產生自然白光等特性，故遠較習式者更為優異。

如第10圖所示，在第四實施例中，本發明裝置包括一基板30、一共振腔結構、一接觸層、一n型金屬電極38、及一p型金屬電極39等構成；其中：

該基板30，係可為藍寶石、或碳化矽(SiC)、或矽(Si)、或氮化鎵(GaN)等材質，並可成長一緩衝層31；



## 五、發明說明 (13)

該共振腔結構，係成長於緩衝層31上，由n-型布拉格反射鏡 (DBR) 32、第二MQW活性層33、n-GaN系磊晶沉積層34、第一MQW活性層35、p-型布拉格反射鏡 (DBR) 36等依序磊晶成長而成，且n-型布拉格反射鏡 (DBR) 32及p-型布拉格反射鏡 (DBR) 36之反射率 (Reflective Index) 低於90%以下；

該接觸層，係為p-GaN系 (p-GaN-based，例如：p-GaN、p-InGaN、p-AlInGaN) 之磊晶沉積層37，且成長在p-型布拉格反射鏡 (DBR) 36上；

該n型金屬電極38，係設置在n-GaN層34之露出面34a上；

該p型金屬電極39，係設置在p-GaN層37上；

且通電後，第一MQW活性層35為由「電產生光」之第一光產生層 (light generating layer)，波長 ( $\lambda$ ) 可在450nm至510nm之間，而第二MQW活性層33為由「光產生光」之第二光產生層，波長 ( $\lambda$ ) 可在550nm至650nm之間；

藉此，以構成一具有共振腔之LED發光裝置，且混光過程係由共振腔所完成。

如第11及11A圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，其中：

第一層311，可為LT-GaN / HT-GaN之緩衝層，LT-GaN係為先成長在基板301上之低溫緩衝層，厚度可在30至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚

## 五、發明說明 (14)

度可在 $0.5$ 至 $6\mu\text{m}$ ；

第二層321，可為n - AlGaIn / GaN之DBR；

第三層331，可為InGaIn / GaN之2nd-MQW；

第四層341，可為n - GaN之半導體層，厚度可在2至6  
5  $\mu\text{m}$ ；

第五層351，可為InGaIn / GaN之1st -MQW；

第六層361，可為p - AlGaIn / GaN之DBR；

第七層371，可為 $p^+$ - GaN-based之半導體層，厚度可  
在 $0.2$ 至 $0.5\mu\text{m}$ ；

10 且磊晶結構係成長在基板301上，該基板301，可為藍  
寶石（sapphire）、或碳化矽（SiC）、或矽（Si）、或氮  
化鎵（GaIn）之基板，厚度可在 $300$ 至 $500\mu\text{m}$ 。

請參閱第12至14圖所示，在第五實施例中，本發  
明方法係可在第四實施例之步驟中，進一步包含步驟7a，  
15 且該步驟7a，係為「在p-GaN層上磊晶沉積金屬氧化層」  
之步驟，接續步驟6a，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層37上，  
以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層40，  
而作為窗口層。

如第13圖所示，在第五實施例中，本發明裝置可在  
20 第四實施例之結構上，進一步包括一金屬氧化層40；其  
中，該金屬氧化層40，可為具有較佳之可見光透光性範圍  
之金屬氧化層者，例如：範圍約在 $400$ 至 $700\text{nm}$ 者。

如第14圖所示，係為本發明裝置磊晶結構之特例，  
其中：

## 五、發明說明 (15)

第一層311、第二層321、第三層331、第四層341、第五層351、第六層361、第七層371、及基板301等，與第四實施例相同；

5 第八層401，係可為ZnO材質之金屬氧化層，或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50 μm。

此間應再予以說明者，乃在於：該金屬氧化層20，進一步可為 $\text{In}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{Sn}_x\text{Zn}_{1-x}\text{O}$ 、或 $\text{In}_x\text{Sn}_y\text{Zn}_{1-x-y}\text{O}$ 等材質所構成之金屬氧化層者，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ ；或可為折射率（refractive index）至少在1.5之金屬氧化層者；或可為n型傳導（n-type conduction）或p型傳導（p-type conduction）之金屬氧化層者；或可為摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者；以上皆可視為依本發明之較佳實施範例所推廣，並循依本發明之精神所延伸之適用者，故仍應包括在本案之專利範圍內。

請參閱第15圖所示，在第六實施例中，本發明方法係可在第五實施例之步驟中，進一步包含步驟8a，且該步驟8a，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，接續步驟7a，可在金屬氧化層40之裸露表面（即金屬氧化層40表面不含與p型金屬電極39接觸之部份），進一步施予表面處理，而具有粗糙表面41或壓花紋路，以增益光之逃脫放出。

此間擬提出說明者，乃在於：本發明之磊晶結構，係可由濺鍍自我組織（self-texturing by sputtering）法所形

## 五、發明說明 (16)

成，或可由物理氣相沉積 (physical vapor deposition) 法所形成，或可由離子電鍍 (ion plating) 法所形成，或可由脈衝雷射蒸鍍 (pulsed laser evaporation) 法所形成，或可由化學氣相沉積 (chemical vapor deposition) 法所形成，或可由分子束磊晶成長 (molecular beam epitaxy) 法所形成。

綜上所述，本發明「白光發光二極體之製造方法及其發光裝置」不僅可增益實用功效，更未見有相同結構特徵之產品公開販售，顯見實已符合發明專利之成立要件，爰依法提出專利之申請，懇請早日賜准本案專利，以彰顯專利法獎勵國人創作之立法精神，是所至盼。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

1.一種「白光LED之製造方法」，係可包含以下之步驟：

(a) 在基板上成長第二MQW活性層之步驟，係在藍寶石 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或氮化鎵 (GaN)

5 基板之上表面形成一緩衝層後，再成長第二MQW活性層，且第二MQW活性層產生光之波長 ( $\lambda$ ) 可在550nm至650nm之間；

(b) 在第一活性層上成長n-GaN系磊晶沉積層之步驟，接續步驟 (a)，在第二MQW活性層上形成一層n-  
10 GaN系磊晶沉積層；

(c) 在n-GaN層上成長第一MQW活性層之步驟，接續步驟 (b)，在n-GaN系磊晶沉積層上形成第一MQW活性層，且第一MQW活性層產生光之波長 ( $\lambda$ ) 可在450nm至510nm之間；

15 (d) 在第一活性層上成長p-型DBR之步驟，接續步驟 (c)，在第一MQW活性層上形成一p-型布拉格反射鏡 (DBR)；

(e) 在p-型DBR上成長p-GaN系磊晶沉積層之步驟，接續步驟 (d)，在p-型DBR上形成一層p-GaN系 (p-GaN-based)  
20 based) 之磊晶沉積層，且以蝕刻法將部份n-GaN層表面、部份第一活性層、部份p-型DBR、及部份p-GaN層移除，使n-GaN層具有一露出面，且可在露出面上設置一n型金屬電極，並在p-GaN層上設置一p型金屬電極；

(f) 在基板底部鍍上金屬反射層之步驟，接續步驟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

(e)，在基板之底部以電鍍或濺鍍之方式設有一金屬反射層；藉此，以構成一具有共振腔之發光裝置，並可經由後續之設置、接線、及封裝，而製成一白光LED。

2.如申請專利範圍第1項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(e)與步驟(f)之間，進一步包含步驟(g)；且該步驟(g)，係為「在p-GaN層上磊晶沉積金屬氧化層」之步驟，即接續步驟(e)，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

3.如申請專利範圍第2項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(f)之後，進一步包含步驟(h)；且該步驟(h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟(f)，可在金屬氧化層之裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

4.如申請專利範圍第1項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(f)之後，進一步包含步驟(g)；且該步驟(g)，係為「在p-GaN層上磊晶沉積金屬氧化層」之步驟，接續步驟(e)，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

5.如申請專利範圍第4項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(g)之後，進一步包含步驟(h)；且該步驟(h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟(g)，可在金屬氧化層之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

6.一種「白光LED之發光裝置」，包括一共振腔結構、一接觸層、一n型金屬電極、及一p型金屬電極等構成；其中：

- 5 該共振腔結構，係由基板、緩衝層、第二MQW活性層、n-GaN系磊晶沉積層、第一MQW活性層、p-型布拉格反射鏡（DBR）等依序磊晶成長而成，基板可為藍寶石（sapphire）材質且底部鍍有金屬反射層；

該接觸層，係為p-GaN系（p-GaN-based）之磊晶沉  
10 積層，且成長在p-型DBR上；

該n型金屬電極，係設置在n-GaN層之露出面上；

該p型金屬電極，係設置在p-GaN層上；

且通電後，第一MQW活性層為由「電產生光」之第一光產生層，波長（ $\lambda$ ）可在450nm至510nm之間，而第  
15 二MQW活性層為由「光產生光」之第二光產生層，波長（ $\lambda$ ）可在550nm至650nm之間；

藉此，以構成一具有共振腔之LED發光裝置，且混光過程係由共振腔所完成。

7.如申請專利範圍第6項之「白光LED之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽（SiC）、或氮  
20 化鎵（GaN）等材質。

8.如申請專利範圍第6項之「白光LED之發光裝置」，其中，該接觸層，進一步可為p-InGaN、或p-AlInGaN之磊晶沉積層。

## 六、申請專利範圍

9.如申請專利範圍第6項之「白光LED之發光裝置」，其中，該p-型DBR之反射率，可在50%至80%之間；且該金屬反射層之反射率，可在90%以上。

5 10.如申請專利範圍第6項之「白光LED之發光裝置」，其中，該發光裝置，進一步包括一金屬氧化層；且該金屬氧化層，係為成長在接觸層上，並具有可見光透光性範圍約在400至700nm者。

11.一種「白光LED之發光裝置」，係由一磊晶結構所構成，包括：

10 一LT-GaN / HT-GaN之緩衝層，LT-GaN係為先成長在基板上之低溫緩衝層，厚度可在30至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚度可在0.5至6 μm；

一InGaN / GaN之2nd-MQW層；

一n - GaN之半導體層，厚度可在2至6 μm；

15 一InGaN / GaN之1st -MQW層；

一p - AlGaN / GaN之DBR；

一p<sup>+</sup>- GaN-based之半導體層，厚度可在0.2至0.5 μm；

20 且該基板，可為藍寶石（sapphire）材質，先以300至500 μm之厚度進行磊晶，磊晶完成後，再由底部研磨成50至300 μm之厚度，並於底部以電鍍或濺鍍之方式，鍍上厚度為50Å至10 μm材質為Ag/Al之金屬反射層。

12.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽（SiC）、或氮



## 六、申請專利範圍

化鎵 (GaN) 等材質；該金屬反射層，進一步可為Ag材質，或任何金屬材質。

- 13.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層，進一步可為p-InGaN、或p-AlInGaN之磊晶沉積層。

14.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一ZnO、或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50  $\mu m$ 。

- 15.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一 $In_xZn_{1-x}O$ 、或 $Sn_xZn_{1-x}O$ 、或 $In_xSn_yZn_{1-x-y}O$ 之金屬氧化層，厚度可在50Å至50  $\mu m$ ，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ 。

- 16.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一折射率至少在1.5之金屬氧化層者，厚度可在50Å至50  $\mu m$ 。

- 17.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一n型傳導或p型傳導之金屬氧化層者，厚度可在50Å至50  $\mu m$ 。

18.如申請專利範圍第11項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

一摻雜有稀土元素 (rare earth-doped) 之金屬氧化層者。

19. 一種「白光LED之製造方法」，係可包含以下之步驟：

(a) 在基板上成長一n型DBR之步驟，係在藍寶石  
5 (sapphire)、或碳化矽 (SiC)、或矽 (Si)、或氮化鎵  
(GaN) 基板之上表面形成一緩衝層後，再成長一n型布  
拉格反射鏡 (DBR)；

(b) 在n型DBR上成長第二MQW活性層之步驟，接  
續步驟 (a)，在n型DBR上形成一層第二MQW活性層，  
10 且第二MQW活性層產生光之波長 ( $\lambda$ ) 可在550nm至  
650nm之間；

(c) 在第二活性層上成長n-GaN系之磊晶沉積層之步  
驟，接續步驟 (b)，在第二MQW活性層上形成一n-GaN  
系磊晶沉積層；

15 (d) 在n-GaN層上成長第一MQW活性層之步驟，接  
續步驟 (c)，在n-GaN系磊晶沉積層上形成一第一MQW  
活性層，且第一MQW活性層產生光之波長 ( $\lambda$ ) 可在  
450nm至510nm之間；

(e) 在第一MQW活性層成長一p型DBR之步驟，接  
20 續步驟 (d)，在第一MQW活性層上形成一p型布拉格反  
射鏡 (DBR)；

(f) 在p型DBR上成長p-GaN系磊晶沉積層之步驟，  
接續步驟 (e)，在p型DBR上形成一層p-GaN系 (p-GaN-  
based) 之磊晶沉積層，且以蝕刻法將部份n-GaN層表面、

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

## 六、申請專利範圍

部份第一活性層、部份p-型DBR、及部份p-GaN層移除，使n-GaN層具有一露出面，且可在露出面上設置一n型金屬電極，並在p-GaN層上設置一p型金屬電極；藉此，以構成一具有共振腔之發光裝置，並可經由後續之設置、接線、及封裝，而製成一白光LED。

20.如申請專利範圍第19項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(f)之後，進一步包含步驟(g)；且該步驟(g)，係為「在p-GaN層上磊晶沉積金屬氧化層」之步驟，接續步驟(e)，可在蝕刻後剩餘之p-GaN層上，以磊晶之方式成長一適當厚度且可透光之金屬氧化層，而作為窗口層。

21.如申請專利範圍第19項之「白光LED之製造方法」，其中，該方法可在步驟(g)之後，進一步包含步驟(h)；且該步驟(h)，係為「在金屬氧化層上施予表面處理」之步驟，即接續步驟(g)，可在金屬氧化層之裸露表面施予表面處理，而具有粗糙表面或壓花紋路。

22.一種「白光LED之發光裝置」，包括一基板、一共振腔結構、一接觸層、一n型金屬電極、及一p型金屬電極等構成；其中：

20 該基板，係可為藍寶石材質，並可成長一緩衝層；

該共振腔結構，係成長於緩衝層31上，由n-型布拉格反射鏡(DBR)、第二MQW活性層、n-GaN系磊晶沉積層、第一MQW活性層、p-型布拉格反射鏡(DBR)等依序磊晶成長而成；

## 六、申請專利範圍

該接觸層，係為p-GaN系（p-GaN-based）之磊晶沉積層，且成長在p-型DBR上；

該n型金屬電極，係設置在n-GaN層之露出面上；

該p型金屬電極，係設置在p-GaN層上；

- 5 且通電後，第一MQW活性層為由「電產生光」之第一光產生層，波長（ $\lambda$ ）可在450nm至510nm之間，而第二MQW活性層為由「光產生光」之第二光產生層，波長（ $\lambda$ ）可在550nm至650nm之間；

藉此，以構成一具有共振腔之LED發光裝置，且混光  
10 過程係由共振腔所完成。

23.如申請專利範圍第22項之「白光LED之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽（SiC）、或矽（Si）、或氮化鎵（GaN）等材質。

24.如申請專利範圍第22項之「白光LED之發光裝置」，其中，該接觸層，進一步可為p-InGaN、或p-AlInGaN之磊晶沉積層。

25.如申請專利範圍第22項之「白光LED之發光裝置」，其中，該n-型DBR及p-型DBR之反射率，係為低於90%以下者。

20 26.如申請專利範圍第22項之「白光LED之發光裝置」，其中，該發光裝置，進一步包括一金屬氧化層；且該金屬氧化層，係為成長在接觸層上，並具有可見光透光性範圍約在400至700nm者。

27.一種「白光LED之發光裝置」，係由一磊晶結構

## 六、申請專利範圍

所構成，包括：

—LT-GaN / HT-GaN之緩衝層，LT-GaN係為先成長在基板上之低溫緩衝層，厚度可在30至500Å，HT-GaN係為成長在LT-GaN上之高溫緩衝層，厚度可在0.5至6  $\mu\text{m}$ ；

5       —n - AlGaIn / GaIn之DBR；

—InGaIn / GaIn之2nd-MQW層；

—n - GaIn之半導體層，厚度可在2至6  $\mu\text{m}$ ；

—InGaIn / GaIn之1st -MQW層；

—p - AlGaIn / GaIn之DBR；

10       —p<sup>+</sup>- GaIn-based之半導體層，厚度可在0.2至0.5  $\mu\text{m}$ ；

且該基板，可為藍寶石（sapphire）材質，厚度可在300至500  $\mu\text{m}$ 。

28.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該基板，進一步可為碳化矽（SiC）、或矽（Si）、或氮化鎵（GaIn）等材質。

29.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該p<sup>+</sup>- GaIn之半導體層，進一步可為p-InGaIn、或p-AlInGaIn之磊晶沉積層。

20       30.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該p<sup>+</sup>- GaIn之半導體層上，進一步可成長有一ZnO、或ZnO摻雜Al之金屬氧化層，厚度可在50Å至50  $\mu\text{m}$ 。

31.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝

## 六、申請專利範圍

置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一 $In_xZn_{1-x}O$ 、或 $Sn_xZn_{1-x}O$ 、或 $In_xSn_yZn_{1-x-y}O$ 之金屬氧化層，厚度可在 $50\text{\AA}$ 至 $50\mu m$ ，且 $0 \leq X \leq 1$ ，且 $0 \leq Y \leq 1$ ，且 $0 \leq X + Y \leq 1$ 。

5        32.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一折射率至少在1.5之金屬氧化層者，厚度可在 $50\text{\AA}$ 至 $50\mu m$ 。

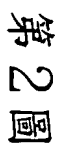
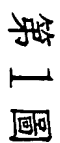
10       33.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一n型傳導或p型傳導之金屬氧化層者，厚度可在 $50\text{\AA}$ 至 $50\mu m$ 。

15       34.如申請專利範圍第27項之「白光LED之發光裝置」，其中，該 $p^+$ - GaN之半導體層上，進一步可成長有一摻雜有稀土元素（rare earth-doped）之金屬氧化層者。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

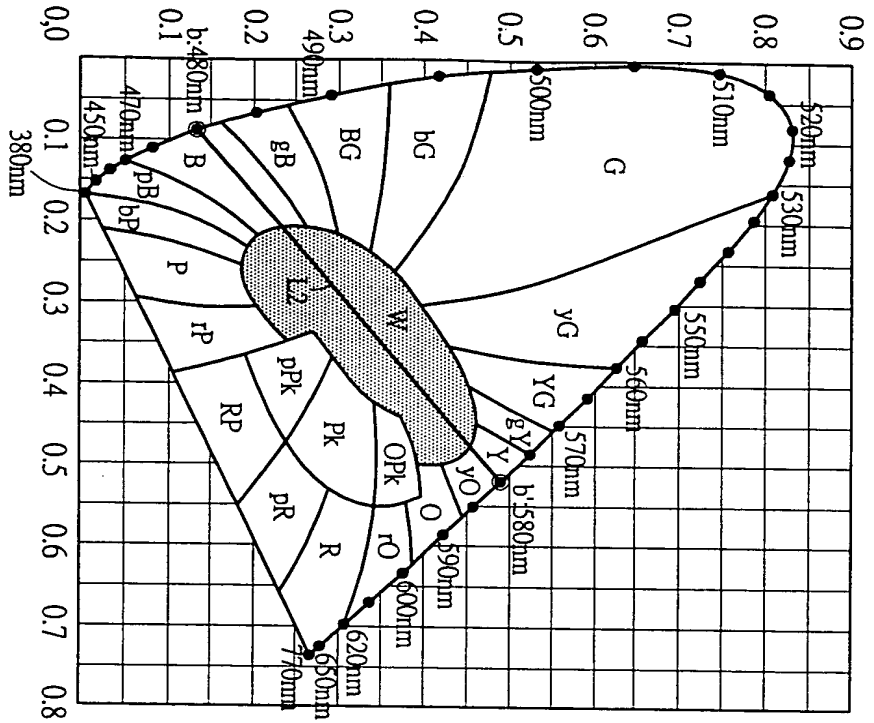
裝  
訂  
線

A9  
B9  
C9  
D9



第 3 圖

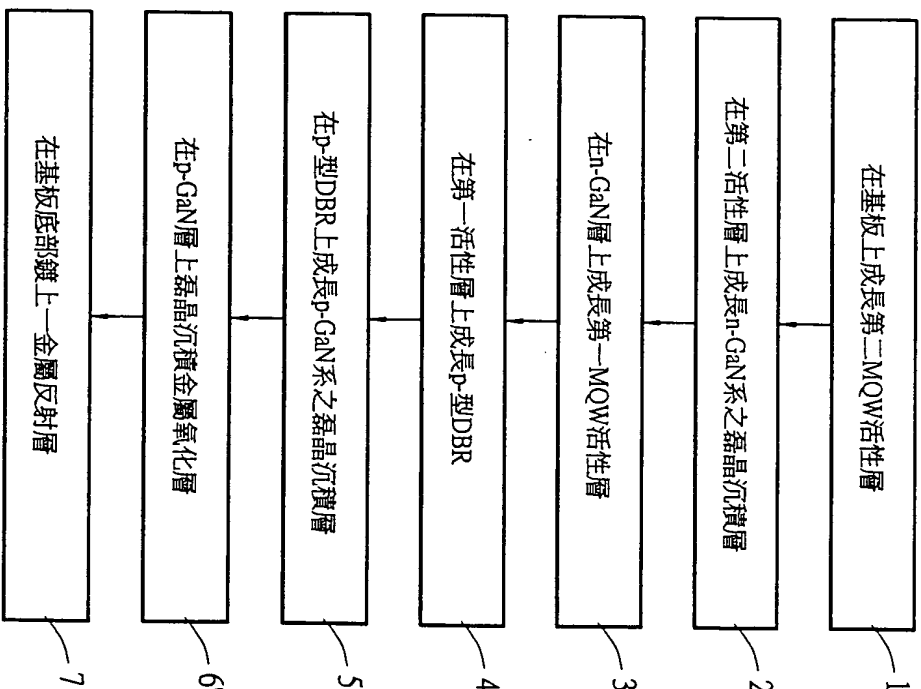
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)



R : Red	O : Orange
B : Blue	P : Purple
G : Green	Pk : Pink
Y : Yellow	W : White

圖式

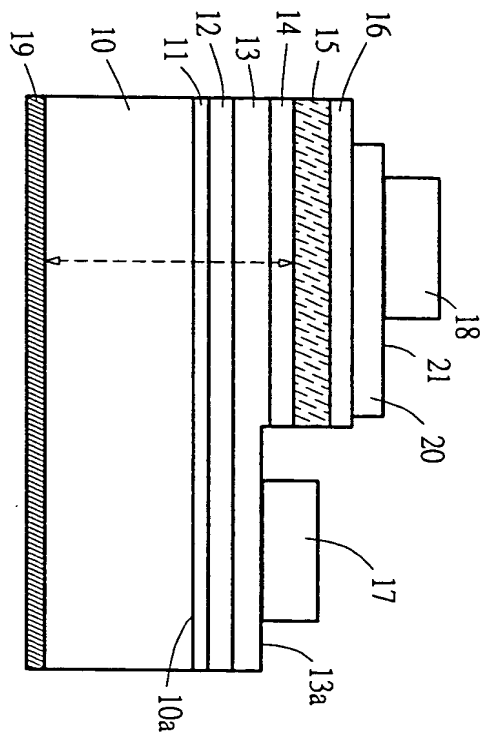
第4圖



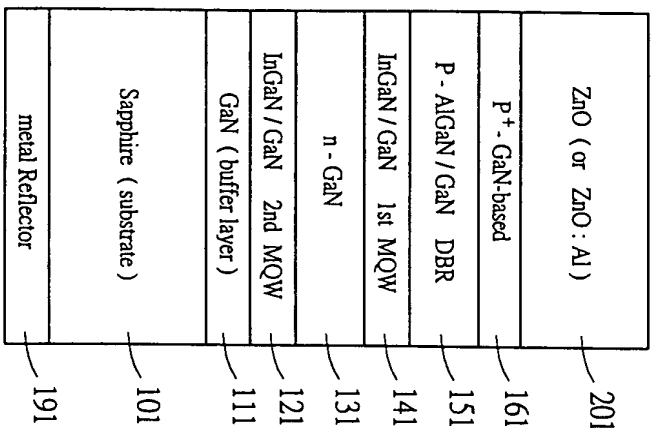
第5圖



(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

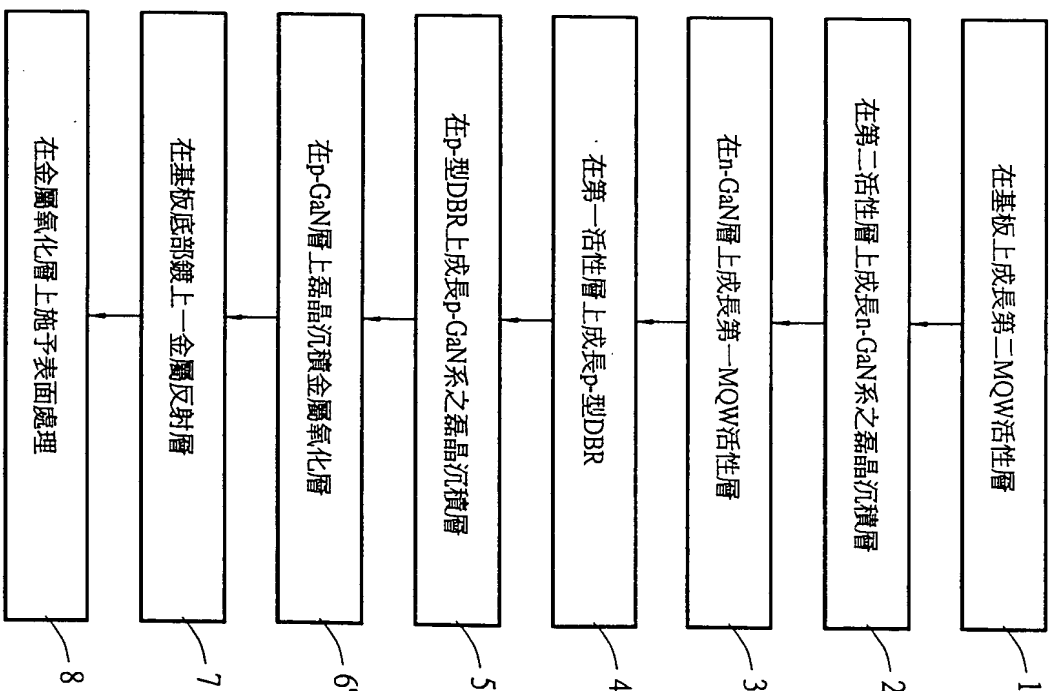


第6圖



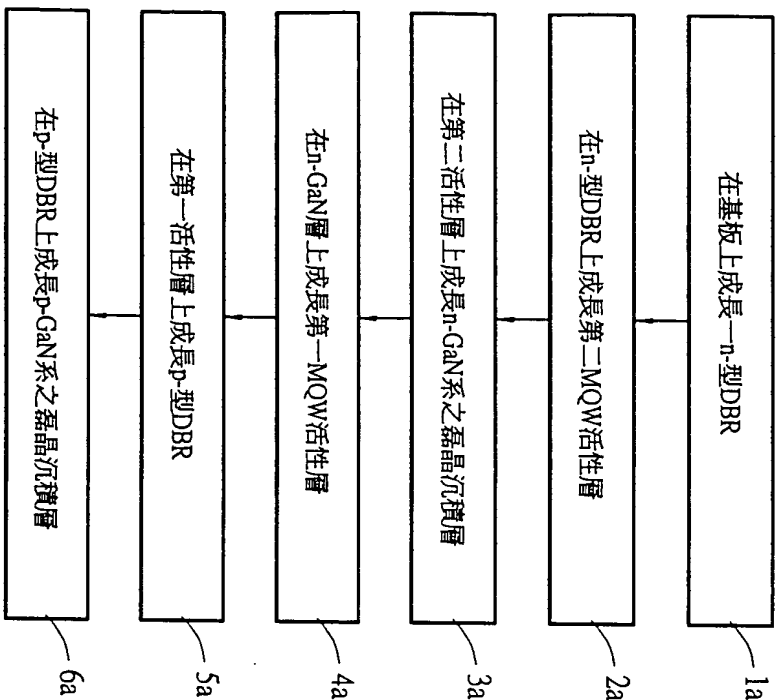
圖式

第7圖

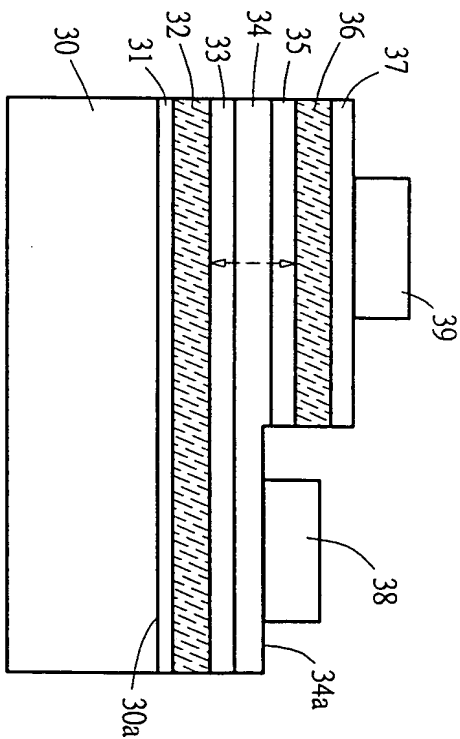


第8圖

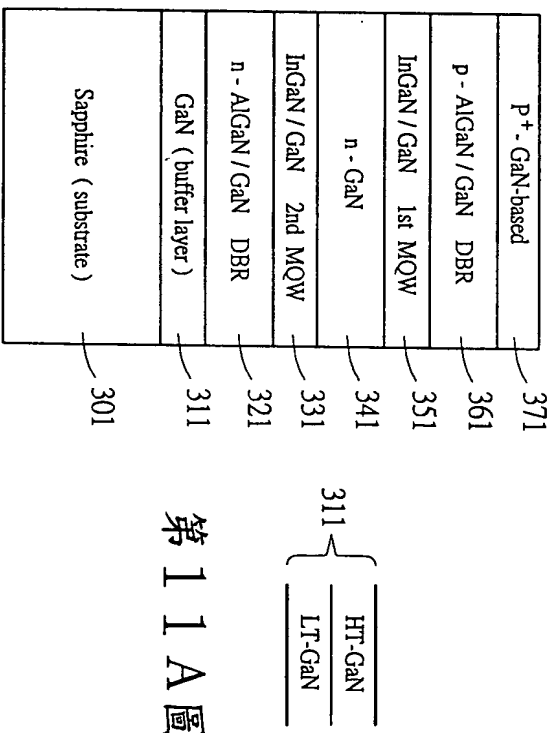
(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)



第 9 圖



第 10 圖

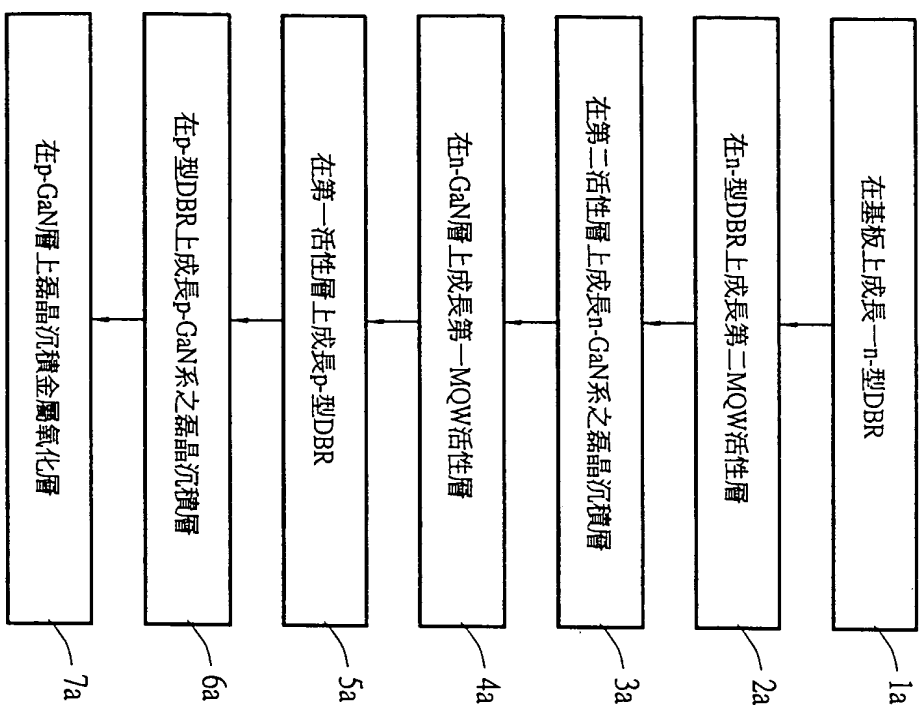


第 11 A 圖

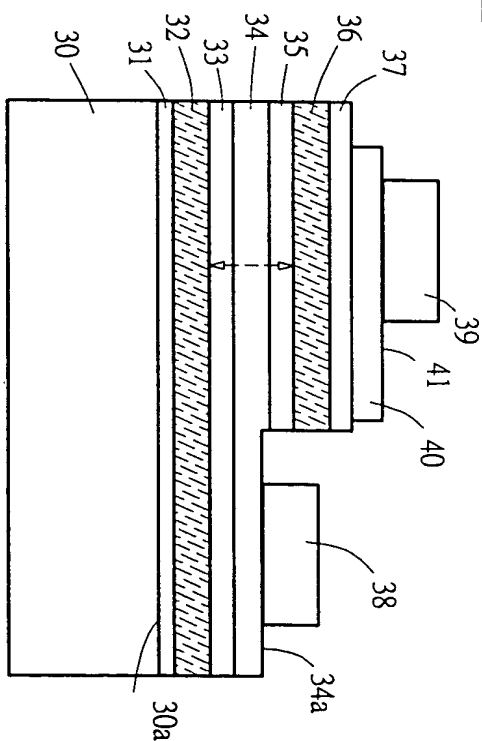
第 11 圖

圖式

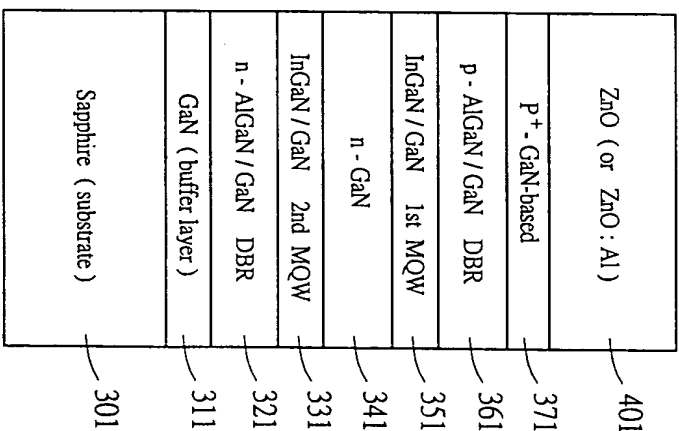
A9  
B9  
C9  
D9



圖式

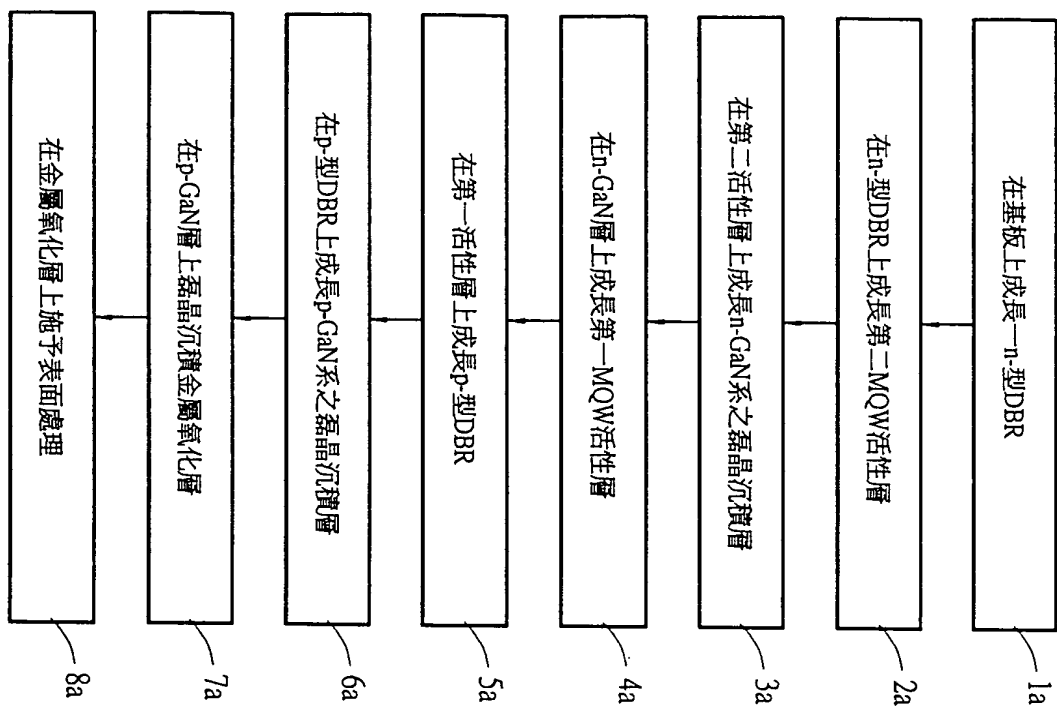


第 13 圖



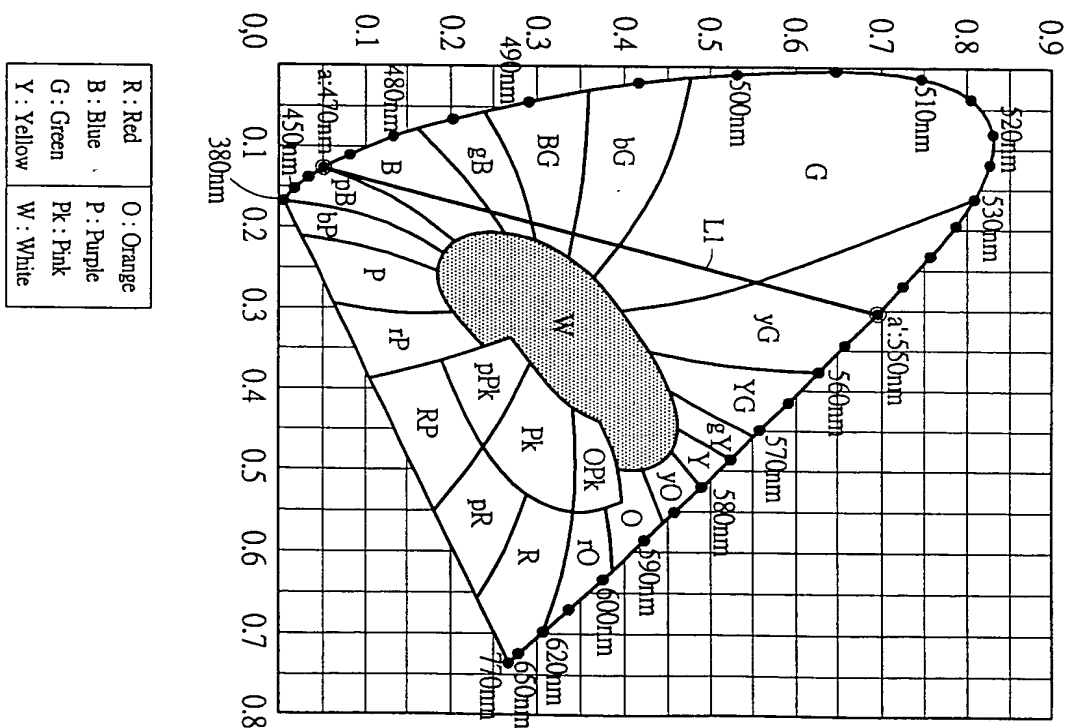
第14圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)



圖式

第 1 5 圖



第 1 6 圖